

УДК 697.911

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ В ЖИЛЫХ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМАХ

Грачев С.С., Бутаков А.И.

Научный руководитель – член-корр. МАНЭБ, к.т.н., доцент Смольников Г.В.

Сибирский федеральный университет

Необходимый воздухообмен возможен без контролируемой системы вентиляции только при регулярном проветривании, т.е. при открывании окон полностью. Чтобы достичь кратность воздухообмена 0,33, необходимо полностью открывать окна каждые 3 часа на 5-10 минут, и даже ночью. Если проветривание осуществляется редко, то качество воздуха становится плохим и существует опасность выпадения конденсата. Наоборот, если проветривается часто, то воздух становится сухим и возникает повышенное энергопотребление. Снижение влажности воздуха в квартире - это цель вентиляции, т.к. слишком высокая влажность приводит к повреждению и нарушению строительных конструкций. Воздух не должен быть также слишком сухим. Требуемая влажность воздуха является не единственной причиной, почему необходим достаточный воздухообмен. Загрязнение воздуха в помещении, например, радиоактивным инертным газом радоном, должно быть снижено с помощью притока свежего воздуха до уровня, который не угрожает здоровью человека.

Задача комфортной вентиляции заключается в регулярном поступлении необходимого количества свежего воздуха в помещение. Простым решением этой проблемы является система вытяжной вентиляции, которая отводит использованный и влажный воздух из кухни, туалета и ванной комнаты. При этом свежий (зимой холодный) воздух поступает в помещение через приточный диффузор (плафон). Эти простые системы уже распространены во Франции, а в Швеции уже накоплен 50-ти летний опыт использования вытяжных систем вентиляции. Для пассивных домов эта простая система вентиляции является непригодной, т.к. в помещении по-прежнему поступает холодный воздух, и потери на нагрев воздуха очень высоки. Поэтому, во-первых, необходима соответствующая высокая тепловая нагрузка с теплоотдачей в непосредственной близости от приточного диффузора и, во-вторых, годовое потребление тепловой энергии на отопление будет тогда вдвое больше, чем в пассивном доме.

Систематические исследования в квартирах показали, что корректное распределение притока свежего воздуха во все необходимые комнаты и гарантированную вытяжку воздуха из влажных помещений лучше всего осуществлять с помощью контролируемой приточно-вытяжной вентиляции. При этом свежий приточный воздух будет целенаправленно поступать в гостиные, рабочие, детские и спальные комнаты. В каждой из этих комнатах имеется минимум по одному приточному диффузору. Аналогично вытяжной вентиляционной установке, приведенной выше, в пассивном доме отработанный воздух отводится из кухонь, ванных комнат, туалетов и других помещений. Там имеются соответственно вытяжные диффузоры. В квартире устанавливается направленный поток воздуха: свежий воздух поступает сначала в жилые комнаты (зона приточного воздуха). Потом воздух перетекает в переходную зону (коридоры, внутриквартирные лестничные клетки) и далее в зону вытяжного воздуха. В зоне вытяжного воздуха преобладает относительно высокий воздухообмен, поэтому там, например, быстро сохнут полотенца. Благодаря

этому основному принципу (направленного потока воздуха) свежий воздух будет использован оптимально. Сначала очень чистый воздух поступает в жилые помещения, поглощает загрязнения из переходных зон (например, запахи от одежды) и в конце удаляет влагу из влажных помещений.

С помощью приточно-вытяжной вентиляции возможно в настоящее время вернуть тепло из отработанного вытяжного воздуха. Например, в Германии в квартирах теплотери от вентиляции (при обеспечении требуемой вентиляции) составляют от 20 до 30 кВт·ч/(м²год). Для пассивного дома этот показатель очень высокий. Применяя современные теплообменники (рекуператоры) можно вернуть от 75 до 95% тепла из вытяжного воздуха. Эти высокоэффективные приборы были специально разработаны для использования в пассивных домах. Они обеспечивают также безупречное разделение потоков с удаляемым и свежим воздухом, потребляют очень мало электроэнергии и работают очень тихо.

При применении высокоэффективной рекуперации тепла потребность в теплоте на нагрев приточного воздуха значительно снижается. В Германии эта потребность составляет всего лишь от 2 до 7 кВт·ч/(м²год) и является хорошим условием для функционирования пассивного дома. Кроме того, благодаря рекуперации тепла температура приточного воздуха практически поднимается до значения комнатной температуры. Вследствие этого приточный воздух, поступающий в помещения, теперь уже "не холодный". Благодаря усиленной теплоизоляционной оболочке здания и прежде всего теплым окнам возможно значительное снижение тепловой нагрузки на отопление и сокращение затрат на монтаж оборудования. Только в пассивном доме имеется еще одно особенное преимущество, а именно, возможность отопления с помощью нагрева приточного воздуха. Так как свежий воздух и без того подводится в гостиные, рабочие, детские и спальные комнаты, этот воздух может одновременно использоваться и для подвода тепла. Так как речь идет только о свежем воздухе (а не о рециркуляции воздуха), количество притока свежего воздуха ограничено (иначе воздух внутри здания будет сухим) и температура нагрева воздуха тоже ограничена. Поэтому отопление с помощью приточного воздуха функционирует только в домах с небольшим потреблением тепла, а именно, в пассивных домах. Благодаря этому можно использовать очень изящные и компактные решения для домашней техники, например, компактный агрегат (пластинчатый теплообменник с тепловым насосом).

Из этого следует, что сегодня в срочном порядке необходима хорошая концепция по вентиляции, даже в том случае, если все усилия будут направлены к снижению вред-ных выбросов в внутренних помещений.

Пассивные дома всегда имеют встроенную комфортную систему вентиляции, которая часто является центральной составляющей для всей домашней техники. Только высококачественная система вентиляции пригодна для пассивного дома. Наряду с высоким КПД рекуператора, должно быть гарантировано низкое потребление электроэнергии, гигиенически безупречная работа и очень тихий режим работы.

Высокоэффективные вентиляционные установки, разработанные специально для пассивных домов, оправдали себя при модернизации существующих зданий. Они улучшают качество воздуха, гарантируют полную защиту от образований конденсата влаги и способствуют снижению энергопотребления.

Дополнительный вклад в улучшения эффективности вентиляционных установок оказывает грунтовой теплообменник. Грунт на определенной глубине зимой имеет в среднем более высокую, а летом более низкую температуру, чем окружающий воздух. Приточный воздух можно нагреть или охладить в толще грунта. Это возможно,

либо напрямую через воздушные каналы (воздух обменивается энергией со стенками грунтового теплообменника), либо косвенно через гидравлическую систему. Грунтовый теплообменник имеет замкнутый контур с жидким агентом, например, гликоль или соляной раствор. Наружный воздух сначала проходит через грунтовый теплообменник, а потом через пластинчатый рекуператор. **Пассивный дом, а точнее энергопассивный дом – это дом, в котором ничтожно малы расходы на отопление, что практически делает его энергонезависимым.** Теплотери Пассивного дома составляют 15-25 кВт. кв.м в год (для сравнения, в кирпичном доме сталинской застройки 250-350 кВт. кв.м в год), а **потребность в незначительном отоплении дома возникает только при отрицательных температурах наружного воздуха.** В этих домах применяются современные строительные материалы и конструкции и новейшее инженерное оборудование. На сегодня – это самые совершенные дома в Европе с точки зрения комфорта внутреннего климата помещений. В этих домах автоматически поддерживаются: комфортная температура и влажность воздуха внутри дома, чистота воздуха. Ощущение комфорта среды у человека, попавшего в Пассивный дом, начинается уже с первых минут пребывания в нём. Чистый, тёплый свежий воздух, тёплые стены и полы (хотя отопление полов отсутствует) вызывает ощущение пребывания в горной местности в летний период. Если учесть, что человек за свою жизнь более 50% находится в жилище, то такая **комфортная среда обитания внутри Пассивного дома, благотворно влияя на здоровье человека, способствует существенному продлению дееспособного срока жизни человека.**

Затраты на отопление пассивных домов в 7-12 раз меньше, чем в кирпичных домах традиционной российской застройки (9000 руб/год на коттедж 160 м. кв. и 150 руб/месяц на 3-х комн./кв. 70 кв.м.). Пассивный дом от домов традиционной российской застройки, прежде всего, отличается высокой герметичностью и мощной теплоизоляцией здания. Для этого в Пассивных домах применяются: лучшая современная **герметичная** столярка с двойным стеклопакетом; специальная конструкция примыкания окон к стенам; несущие стены из газобетонных блоков толщиной 25 см, утепляемые снаружи пенополистиролом -15 см; теплоизоляция кровли из пенополистирола - 20 см; **особая** система теплоизоляции фундамента (тепловой колокол); специальная плёнка, защищающая от грунтового радона; состав материала и технология нанесения наружной штукатурки, позволяющий стенам «дышать». Конструктивные узлы здания и технология производства работ исключают наличия мостиков холода.

Обязательными атрибутами инженерного оборудования Пассивного дома является: приточно-вытяжная механическая вентиляция с рекуперацией тепла и системой подземных воздухопроводов. **Отопление** дома осуществляется электроконвекторами, температура поверхностей которых не превышает 60°C. Отопительное и вентиляционное оборудование работает бесшумно. Зимой холодный воздух (-26°C) входит в подземный воздухопровод, за счет тепла земли нагревается до +3°C и поступает в рекуператор. В рекуператоре вытяжной воздух отдает тепло приточному (не смешиваясь с ним), удаляемый воздух выбрасывается наружу, а приточный воздух из рекуператора +17°C поступает в дом, т.е. бесплатное отопление. **Летом** наружный воздух +30°C входит в подземный воздухопровод, за счет температуры земли охлаждается до 17°C и поступает в дом, т.е. бесплатный кондиционер. КПД современных высокоэффективных рекуператоров достигает сегодня от 75% до 95%. Эти характеристики достигаются благодаря противоточным теплообменникам и специальным энергоэффективным вентиляторам (с так называемыми ЕС – моторами с высоким КПД). Поэтому возвращаемая теплота в 8 -15 раз больше расхода электроэнергии вентиляторов.

Очень много информации в западной литературе о пользе Пассивных домов для аллергиков. Поэтому фактор климатического комфорта становится причиной растущей популярности Пассивных домов.

Можно осуществить воздушное отопление совмещенное с вентиляцией, применив ТЭНы на выходе из рекуператора тепла. Однако, применение электроконвекторов с директивной отопительной системой позволяет более точно, до $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$, поддерживать заданную температуру в каждом помещении дома. Для строительства Пассивного дома нужны специальные знания как на стадии проектирования, так и на стадии строительства. На стадии проектирования, по программам апробированным в Европе, Пассивный дом рассчитывается по всем параметрам коробки здания и инженерного оборудования как единая энергетическая система. Программа учитывает многочисленные моменты и детали, оказывающие влияние на термостатирование здания. Точность программы позволяет минимизировать расчётные теплопотери здания и выбрать наиболее оптимальные строительные конструкции и инженерное оборудование. Качество выполнения нашей фирмой технологических регламентов производства работ обеспечивает долговечность и многолетнюю эксплуатационную надёжность работы строительных конструкций и инженерного оборудования.

Экономика. В Пассивном доме отпадают затраты: на разводку водяного отопления и установки котельного оборудования, на подключение газа, емкостей для хранения топлива, расходов на чистку труб и фитингов. Стоимость же электроконвекторов, системы вентиляции и дополнительного утепления практически ниже стоимости классического отопления. А отказ от сетей газа и теплоцентралей несет в себе возможность значительно сократить себестоимость строительства. Громадный потенциал заложен в 2 х тарифных счетчиках электроэнергии. Для муниципального жилья отсутствие проблем кризисных ситуаций с теплоснабжением. Традиционный дом, при толщине стены в 1,5 кирпича или из бруса обложенного кирпичом, тратит на отопление 5 тонн дизеля в год (дом 160 кв.м.), на сумму 70 тысяч рублей (цена дизеля 14 руб/литр), а в Пассивном Доме стоимость отопления электричеством составляет 10 тысяч рублей. Как мы видим из приведенных данных экономия, будет составлять 60 тысяч рублей в год, но цены на топливо будут расти быстрее, чем тарифы на электроэнергию и реальная экономия составит 60 тысяч долларов за 20 лет.

Энергобезопасность. Уникальность Пассивного дома в том, что его можно построить в "чистом" поле без использования сетей газа и теплоцентралей. Нужна только вода и электроэнергия в обычном размере 10 кВт на дом или квартиру. Этого вполне достаточно для приготовления пищи, отопления, кондиционирования, вентиляции, горячей и холодной воды. При возможном отключении электроэнергии Пассивный дом остывает на 1°C в сутки при температуре наружного воздуха -15°C . Во многом этому способствуют аккумуляторы тепла, роль которых выполняют массивные несущие стены, Ж/Б плиты пола первого этажа и междуэтажные перекрытия. Можно ещё более повысить энергобезопасность Пассивного дома дополняя инженерное оборудование различными источниками энергии: камины, печи, тепловые насосы, солнечные коллекторы для подогрева воды, солнечные батареи, ветроэлектростанции, и т.д. Такие мероприятия по повышению энергобезопасности могут сделать Пассивный дом полностью энергонезависимым с децентрализованным энергоснабжением, водоснабжением и очисткой бытовых стоков. Колодцы, скважины для воды и индивидуальные очистные сооружения сегодня выполняются многими фирмами и являются делом обыденным. Таким образом, мы стали пред фактом возможной постройки полностью энергонезависимого дома нового поколения, надёжным в

эксплуатации, долговечностью более 150 лет, внутриклиматическая среда в котором является лабораторией здоровья для человека.